

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 août 2002 (01.08.2002)

PCT

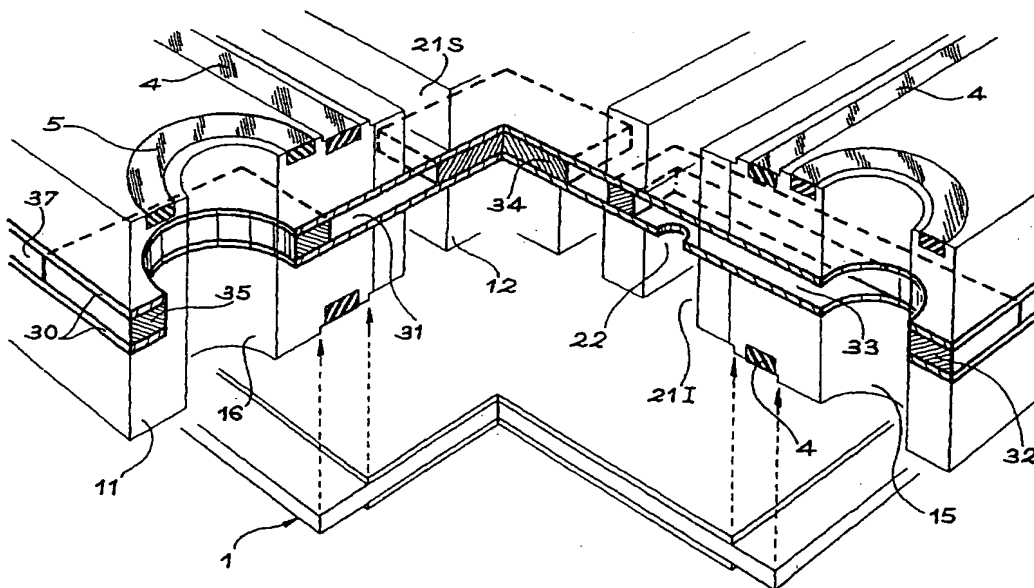
(10) Numéro de publication internationale
WO 02/059995 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : H01M 8/02 (72) Inventeur; et
(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR02/00290 (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : CHAIX, Jean-Edmond [FR/FR]; 17, boulevard Saint-Georges, F-04860 Pierrevet (FR).
(22) Date de dépôt international : 24 janvier 2002 (24.01.2002) (74) Mandataire : BEAUPIN, Jacques; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).
(25) Langue de dépôt : français (81) États désignés (national) : CA, JP, US.
(26) Langue de publication : français (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(30) Données relatives à la priorité : 01/01081 26 janvier 2001 (26.01.2001) FR
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SOCIÉTÉ TECHNIQUE POUR L'ÉNERGIE ATOMIQUE TECHNICATOME [FR/FR]; Centre de Saclay, BP 17, F-91192 Gif Sur Yvette Cedex (FR).
Publiée :
— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: LIGHT BIPOLAR PLATE FOR FUEL CELL AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : PLAQUE BIPOLAIRE LÉGÈRE POUR PILE À COMBUSTIBLE ET SON PROCÉDE DE FABRICATION



(57) Abstract: The invention concerns a bipolar plate which is relatively light and simply and rapidly produced. It consists of a skeleton of two thin plates (30) spaced apart by segments (34, 35) between which circulates a refrigerant. The fuel and oxidant collectors supply, via feed channels (33), the circulating channels (21I), machined by water jet, into plates supplying (20I, 20S) conductive composite. The latter are bonded with a conductive adhesive onto the thin plates (30). The invention is applicable to fuel cells.

[Suite sur la page suivante]

BEST AVAILABLE COPY



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abbrégé :** La plaque bipolaire est relativement légère et est de fabrication rapide et simple. Elle est constituée d'un squelette de deux plaques minces (30) espacées par des plots (34, 35) entre lesquelles circule un fluide de réfrigération. Les collecteurs de carburant et de comburant alimentent, par l'intermédiaire de canaux d'alimentation (33), les canaux de circulation (21I), usinés par jet d'eau, dans des plaques d'alimentation (20I, 20S) en composite conducteur. Ces dernières sont collées avec une colle conductrice sur les plaques minces (30). Application aux piles à combustible.

PLAQUE BIPOLAIRE LEGERE
POUR PILE A COMBUSTIBLE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

DESCRIPTION

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne le domaine des piles à combustible constituées d'un empilement d'un grand
10 nombre d'éléments de base, comprenant chacun deux plaques polaires par lesquelles le comburant et le combustible sont acheminés vers une membrane séparatrice placée entre les deux plaques polaires.

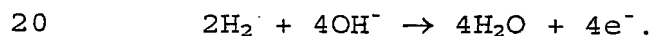
Ce type de piles à combustible peut trouver son
15 application dans les véhicules électriques faisant actuellement l'objet de nombreuses études de développement, en particulier les véhicules urbains de transport en commun de surface, tels que les autobus, les tramways et autres trolleybus. De nombreuses autres
20 applications sont possibles, notamment sur des installations fixes, telles que les systèmes stationnaires de production d'électricité, comme ceux utilisés dans les hôpitaux ou autres bâtiments de service où l'éventualité d'une interruption
25 d'alimentation en électricité doit être exclue.

Art antérieur et problème posé

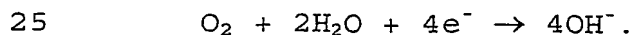
De nombreuses piles à combustible sont constituées
30 d'une succession d'éléments de base comprenant eux-mêmes deux électrodes, dont une anode et une cathode, auxquelles sont apportés continûment un

comburant et un combustible, qui restent séparés par une membrane échangeuse d'ions faisant office d'électrolyte. La membrane échangeuse d'ions peut être formée d'un électrolyte solide polymère et sépare le
5 compartiment de l'anode, où se produit l'oxydation du combustible, tel que l'hydrogène, du compartiment de la cathode, où le comburant, tel que l'oxygène de l'air, est réduit. Deux réactions simultanées se produisent donc à ce niveau, l'oxydation du combustible à l'anode
10 et la réduction du comburant à la cathode. Ces deux réactions s'accompagnent de l'établissement d'une différence de potentiel entre les deux électrodes.

Lorsque le comburant est de l'oxygène, par exemple sous la forme d'air, et le carburant est de l'hydrogène
15 pur gazeux, les ions H^+ et O^- se combinent et produisent de l'électricité sous la forme de cette différence de potentiels. La réaction peut se détailler de la façon suivante à l'anode :



La réaction à la cathode s'explique par la formule suivante :



Chaque élément de base d'un empilement d'une pile à combustible est constitué d'un ensemble central comprenant donc la membrane, prise en sandwich entre
30 les deux électrodes, cet ensemble étant lui-même placé

entre deux flasques, appelées "plaques polaires". Ces dernières ont plusieurs fonctions.

La première de ces fonctions est d'amener au contact de l'ensemble réunissant la membrane et les électrodes, d'un côté le carburant, par exemple de l'hydrogène, et de l'autre côté le comburant, par exemple de l'air contenant de l'oxygène. Pour se faire, un canal est prévu sur toute la face des plaques polaires en contact avec la membrane. Chaque canal possède une entrée par laquelle pénètre le comburant ou le carburant, par exemple sous la forme gazeuse sèche ou humide, et une sortie par laquelle sont évacués les gaz neutres, l'eau générée par la réaction d'oxydoréduction dans le côté air et l'humidité résiduelle de l'hydrogène de son côté. Bien entendu, les deux circuits doivent être parfaitement étanches l'un par rapport à l'autre et chacun vis-à-vis de l'extérieur.

La deuxième fonction des plaques polaires est de collecter les électrons produits par la réaction d'oxydoréduction.

La troisième fonction de ces plaques polaires est d'assurer l'évacuation des calories produites conjointement avec les électrons lors de cette réaction d'hydroréduction.

En conséquence, ces plaques polaires sont donc nécessairement, d'une part, conductrices de l'électricité et, d'autre part, insensibles, du point de vue de la corrosion, au comburant et au carburant, c'est-à-dire à l'oxygène de l'air et à l'hydrogène. Elles peuvent donc être réalisées en carbone, en matière plastique, chargé, en alliage inoxydable, tel

que l'acier inoxydable, austéno-ferritique, austénitique, en alliage chrome-nickel, en aluminium revêtu de chrome, etc.

5 D'autre part, dans le cadre des piles à combustible constituées d'un empilement d'éléments de base, les plaques polaires assurent également une fonction collective pour tout l'empilement, tel que la constitution des collecteurs d'alimentation en carburant et en comburant, et la fonction d'échange
10 thermique, permettant ainsi la réfrigération de la pile constituée de l'empilement. Les plaques polaires sont donc de forme complexe et souvent de deux types différents, un pour chaque côté de l'élément de base.

Dans le cadre de la construction de piles à
15 combustible, pour réduire le coût de production, il existe un besoin de limiter les étapes de fabrication des plaques polaires, en particulier les opérations d'usinage longues et coûteuses.

Le but de l'invention est de proposer une
20 conception d'éléments de base et de plaques polaires uniques et de fabrication simple et peu coûteuse.

Résumé de l'invention

25 A cet effet, le premier objet principal de l'invention est une plaque bipolaire constituant la première plaque polaire d'un premier élément de base d'une pile à combustible et la deuxième plaque polaire d'un deuxième élément de base adjacent au premier
30 élément de base de la même pile à combustible, comprenant :

- un squelette central plat constitué de deux plaques minces, parallèles, espacées et fixées l'une à l'autre par collage et par l'intermédiaire de plots et délimitant ainsi un premier espace pour permettre une
5 circulation de réfrigérant ;

- deux plaques d'alimentation en matériau composite conducteur placées de part et d'autre du squelette central plat, sauf sur le bord, et sur chacune desquelles est formé au moins un canal de
10 circulation de carburant ou de comburant ; et

- un cadre en matériau diélectrique placé de part et d'autre du squelette central plat et autour des plaques d'alimentation ;
des trous de collecteur étant prévus à la périphérie
15 des plaques minces et du cadre pour constituer des collecteurs de carburant, de comburant, des canaux d'alimentation, situés entre ces plaques minces étant prévus pour relier ces trous collecteurs aux canaux de circulation.

20 De préférence, les plaques minces et les plaques d'alimentation sont en graphite phénolique.

Le squelette central plat se complète avantageusement de plots percés, placés autour des collecteurs constitués par les trous de collecteurs et
25 placés entre les deux plaques minces pour contribuer à la continuité des collecteurs.

Il s'avère très avantageux d'utiliser des joints en silicone implantés sur les surfaces du cadre, autour des trous constituant les collecteurs de carburant et
30 de comburant et à la périphérie de la membrane d'un ensemble membrane/électrodes pour assurer l'étanchéité entre deux plaques bipolaires.

Lorsque chaque plaque bipolaire a une forme carrée, le au moins un canal de circulation de comburant ou de carburant de chaque surface de plaque d'alimentation a une forme de spirale carrée.

- 5 Un deuxième objet principal de l'invention est un procédé de fabrication d'une plaque bipolaire, telle qu'elle est définie dans les paragraphes précédents.

Les étapes principales sont successivement les suivantes :

- 10 - solidarisation entre elles des deux plaques minces, par l'intermédiaire des plots, par collage avec une colle conductrice ;
- usinage au jet d'eau des canaux de circulation dans les deux plaques d'alimentation ;
- 15 - collage autour du squelette central plat des plaques d'alimentation en composite conducteur avec une colle conductrice ; et
- injection du cadre en matériau thermoplastique électrique.
- 20 Simultanément à cette quatrième étape, peut s'effectuer l'injection des joints en silicone sur les surfaces du cadre.

Liste des figures

25

L'invention et ses différentes caractéristiques et avantages seront mieux compris à la lecture de la description suivante d'une réalisation de l'invention. Elle est accompagnée de quatre figures qui représentent

30 respectivement :

- figure 1, en coupe, deux plaques bipolaires selon l'invention ;

- figure 2, une autre coupe de la même plaque bipolaire selon l'invention ;

- figure 3, en coupe cavalière, le coin de la plaque bipolaire selon l'invention ; et

5 - figure 4, en vue de dessus, une plaque bipolaire selon l'invention.

Description détaillée d'une réalisation de l'invention

10

Sur la figure 1, sont représentés deux ensembles membrane/électrodes 1 et deux plaques bipolaires 10. Chaque ensemble membrane/électrodes 1 est donc constitué d'une membrane 3 entourée de deux électrodes 2 sur toute sa surface, excepté à la périphérie. Chacun de ces ensembles membrane/électrodes 1 doit être placé entre deux plaques bipolaires 10.

Chaque plaque bipolaire 10 comprend principalement un squelette central plat de chaque côté duquel sont
20 fixés une plaque d'alimentation 20S et 20I en composite, dans la partie centrale, et un cadre 11 en matériau diélectrique dans la partie périphérique.

Le squelette central plat est composé essentiellement de deux plaques minces 30, espacées
25 l'une de l'autre de 1 à 2 mm. Elles sont avantageusement constituées avec du graphite chargé en résine phénolée, ceci leur permet d'être chimiquement inertes et insensibles aux diverses corrosions, mais surtout d'être légères. Dans leur partie centrale,
30 elles sont fixées dans cette position au moyen de plots non représentés sur cette figure 1. Un espace 31 est ainsi délimité au centre de cet ensemble et est destiné

à recevoir et à contenir la circulation du fluide réfrigérant, tel que de l'eau prévue pour réfrigérer chaque étage de l'empilage de la pile à combustible.

Les plaques minces 30 sont percées de plusieurs
5 trous à leur périphérie pour contribuer à former des collecteurs 15 continus de comburant et de carburant et permettant également d'y passer des tirants, non représentées, qui assurent la fixation des différents étages de la pile à combustible. On constate que, au
10 niveau de ces collecteurs 15, les deux plaques minces 30 définissent un deuxième espace qui est un canal d'alimentation 33, isolé du premier espace 31 au moyen d'un plot creux d'alimentation 32. Ce dernier entoure également le collecteur 15 et un orifice d'alimentation
15 22 en carburant ou en comburant débouchant dans une plaque d'alimentation 20S, au niveau d'un canal de circulation 21S, qui débouche lui-même sur la surface externe de l'ensemble. En effet, sur chaque côté du squelette central plat est appliquée par collage une
20 plaque d'alimentation 20S ou 20I destinée à distribuer le comburant ou le carburant sur toute la surface d'une des deux électrodes de l'ensemble d'une membrane/électrodes 1.

Une des caractéristique principales de l'invention
25 tient au fait que les canaux de circulation 21S et 21I traversent, sur toute leur épaisseur, leur plaque respective 20S et 20I. Il est ainsi possible d'usiner ces canaux en série. En effet, en empilant plusieurs plaques d'alimentation l'une sur l'autre, avant la
30 formation des canaux d'alimentation 21S et 21I, on peut prévoir d'usiner plusieurs plaques à la fois en une même opération. En effet, le matériau constitutif de

ces plaques d'alimentation 20S et 20I est un matériau composite comme le graphite, en particulier le graphite chargé de résine phénolée. Cette matière peut être usinée au jet d'eau. On comprend ainsi facilement qu'une seule phase d'usinage par jet d'eau puisse permettre d'usiner par percement les canaux de plusieurs plaques. De plus, en utilisant la commande numérique, il est possible de dessiner de nombreux motifs différents de canaux d'alimentation 21I, 21S sur ces plaques d'alimentation 20I, 20S. De plus, le temps d'usinage est extrêmement restreint.

Il est facile de comprendre que chaque électrode des ensembles membrane/électrodes 1 peut être en contact avec le carburant ou le comburant, lorsque l'ensemble membrane/électrodes 1 est placé entre deux plaques bipolaires 10, comme représenté dans la partie basse de la figure. Un joint de membrane 4 est placé dans un évidement périphérique 13 entourant les plaques d'alimentation 20S et 20I.

On constate qu'un canal d'alimentation 33 n'alimente que le canal de circulation supérieur 21S. En effet, le collecteur constitué, entre autre, par le trou de collecteur 15 représenté sur cette figure 1 ne contient que du comburant ou du carburant. De la même façon, d'autres collecteurs contiennent le combustible complémentaire à celui circulant dans les canaux de circulation 21S pour alimenter les canaux inférieurs 21I. Ainsi, on fait circuler dans un premier 21S de ses canaux de circulation du carburant, sur une première face, et, sur l'autre face, dans un deuxième canal de circulation 21I du comburant.

En référence à la figure 2, il n'est pas nécessaire que tous les trous de collecteur soient en communication avec l'un des deux canaux de circulation 21S et 21I par l'intermédiaire d'un canal d'alimentation 33. En conséquence, la figure 2 montre un deuxième type de trou de collecteur 16 qui n'est pas en communication fluide avec les canaux de circulation 21S et 21I. Dans ce cas, la paroi interne de chaque trou de collecteur 16 est constitué
5 entièrement par le cadre 11. A cet effet, chaque plaque mince 30 possède un trou de diamètre supérieur au diamètre interne du collecteur pour permettre au matériau, par exemple thermoplastique diélectrique, constituant le cadre 11 d'occuper toute la hauteur de
10 la plaque polaire à ce niveau.

Sur cette figure 2, on peut donc constater que l'espace 31 subsiste entre les deux plaques minces 30 pour la circulation de l'eau contribuant à la réfrigération de la pile.

20 On constate sur les figures 1 et 2 qu'un lamage 18 est prévu sur chacune des deux surfaces du cadre 11, à l'intérieur de celui-ci, pour permettre le positionnement et le maintien de chaque membrane 3.

La figure 3, de type écorché, permet de mieux
25 comprendre, entre autres, la différence entre les deux types de trous de collecteurs. En effet, sur la partie droite de cette figure 3, se trouve un trou de collecteur 15, tel que représenté sur la figure 1. Il met donc en communication le carburant ou le comburant
30 circulant dans le collecteur, qu'il constitue avec les autres trous de collecteurs placés au-dessus et en dessous de lui, avec le canal de circulation 21I, par

l'intermédiaire du canal d'alimentation 33 et des trous d'alimentation 22. Dans ce cas, on distingue bien le plot creux d'alimentation 32 qui entoure, à la fois, le trou de collecteur 15 et le trou d'alimentation 22 pour
5 former le canal d'alimentation 33.

Au milieu de cette figure 3, entre les deux plaques minces 30, se trouve un plot 34. La fonction de ce dernier est donc de maintenir les deux plaques métalliques distantes l'une de l'autre, de manière à
10 définir les différents espaces, évoqués précédemment, à savoir le premier espace 31, destiné à la réfrigération de la pile par de l'eau, et les canaux d'alimentation 33. On note que les premiers espaces 31 sont en communication avec l'extérieur par des sorties 37. De
15 la sorte, l'ensemble de la pile à combustible, constituée par l'empilage de différentes étages, comprenant chacun un ensemble membrane/électrodes et deux plaques polaires, d'être baigné dans un bain d'eau pour faciliter sa réfrigération par circulation libre
20 du fluide réfrigérant, par exemple de l'eau.

Sur la partie droite de cette figure 3, on voit qu'un autre type de plots 35 est prévu pour entourer les trous de collecteur 16 de deuxième type et maintenir les deux plaques minces 30 à la distance
25 idoine.

Sur cette figure 3, il est facile de voir la forme périphérique rectangulaire du joint périphérique 4 et la forme circulaire des joints de collecteur 5.

La figure 4 montre, en totalité, une plaque
30 bipolaire et, plus particulièrement, la manière dont les canaux de circulation 21S sont agencés sur une surface d'une telle plaque bipolaire. Dans l'exemple

représenté, quatre canaux de circulation 21S sont implantés sur une même surface d'une plaque bipolaire 10. Chacun de ces canaux de circulation 21S a une forme de spirale en carrée, dont on peut distinguer le centre 5 23. Chacun d'entre eux est alimenté par un des collecteurs, représentés ici leurs trous de collecteurs 15 et 16 et est déchargé par un autre de ces mêmes collecteurs. Puisqu'il existe le même nombre de canaux de circulation sur l'autre face de la plaque bipolaire, 10 le nombre de collecteurs est donc doublé. En d'autres termes, avec quatre canaux de circulation de chaque côté de la plaque bipolaire, huit collecteurs d'alimentation et huit collecteurs d'évacuation sont nécessaires. Les flèches, représentées sur cette figure 15 4, suggèrent donc ces alimentations et évacuations de chacun des huit canaux de circulation d'une même plaque bipolaire.

Sont également représentés en traits interrompus, les plots creux d'alimentation 32, qui entourent à la 20 fois chacun un collecteur 15 ou 16, un orifice d'alimentation 22 et un canal d'alimentation 33. De même, sont représentés en traits interrompus tous les plots 34 maintenant écartés de façon parallèle les plaques métalliques.

25 Le procédé de fabrication de ce type de plaque bipolaire se fait donc par une première phase consistant à construire un squelette central plat constitué des deux plaques minces 30, de préférence en graphite phénolique, et des plots 32, 34 et 35 en même 30 matière par collage à chaud, sous presse.

Plusieurs dizaines de squelettes centraux plats peuvent ainsi être assemblés simultanément.

Les plaques d'alimentation 20I et 20S, usinée préalablement au jet d'eau, sont collées sur le squelette central plat ainsi formé.

La colle utilisée doit être conductrice.

5 Une polymérisation termine la fabrication de ces éléments.

Le cadre est obtenu par injection de matériau thermoplastique diélectrique. Simultanément à cette injection, à lieu également une injection des joints de
10 collecteur 5, périphériques 4 et d'alimentation 32 en silicone.

Avantages de l'invention

15 Cette structure de plaque bipolaire est particulièrement légère, puisqu'elle met en œuvre du graphite phénolique et du plastique.

La fabrication est relativement simple et peut être mise en œuvre pour un grand nombre de plaques
20 bipolaires.

L'utilisation de plaques en graphite livré en plaque permet d'assurer un parallélisme très précis entre les faces des plaques bipolaires. Un usinage en rodoir est souvent utilisé à cet effet.

REVENDICATIONS

1. Plaque bipolaire constituant la première plaque polaire d'un élément de base d'une pile à combustible et la deuxième plaque polaire d'un deuxième élément de base adjacent au premier élément de base de la même pile à combustible, comprenant :

- un squelette central plat constitué de deux plaques minces (30) parallèles, espacées et fixées l'une à l'autre par collage au moyen de plots (32, 34, 35) et délimitant ainsi un premier espace (31) pour permettre une circulation de réfrigérant ;

- deux plaques d'alimentation (20I, 20S), en matériau composite conducteur, placées de part et d'autre du squelette central plat, sauf sur le bord, et sur chacune desquelles est formé au moins un canal de circulation (21S, 21I) de carburant ou de comburant ; et

- un cadre (11) en matériau diélectrique placé de part et d'autre du squelette central plat et autour des plaques d'alimentation (20I, 20S) ;

des trous collecteurs (15, 16) étant prévus à la périphérie du squelette central plat et du cadre (11) pour constituer des collecteurs de carburant et de comburant, des canaux d'alimentation (33), étant situés entre les plaques minces (30) et reliant les trous de collecteurs (15, 16) aux canaux de circulation (21S, 21I).

2. Plaque bipolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que les plaques minces (30) et les plaques d'alimentation (20I, 20S) sont en graphite phénolique.

3. Plaque bipolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce que le squelette comprend des plots percés (35), placés autour des collecteurs constitués par les trous de collecteur (16) et placés entre les
5 deux plaques minces (30) pour contribuer à la continuité des collecteurs de comburant et de carburant.

4. Plaque bipolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il comprend des joints en
10 silicone (4, 5) implantés sur les surfaces du cadre (11) autour des collecteurs de carburant et de comburant et à la périphérie de la membrane (3) d'un ensemble membrane/électrodes (1) pour assurer l'étanchéité entre deux plaques bipolaires.

15 5. Plaque bipolaire selon la revendication 1, la forme de la plaque bipolaire étant carrée, caractérisé en ce que le au moins un canal de circulation (21S, 21I) de chaque surface des plaques d'alimentation (20) a une forme en spirale carrée.

20 6. Procédé de fabrication d'une plaque bipolaire selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- solidarisation entre elles des deux plaques minces (30), par l'intermédiaire des plots (32, 34,
25 35), par collage avec une colle conductrice ;

- usinage au jet d'eau des canaux de circulation (21S, 21I) dans les deux plaques d'alimentation (20I, 20S) ;

- collage, autour du squelette central plat et des
30 plaques d'alimentation (20I, 20S) en composite conducteur, avec une colle conductrice ; et

- injection du cadre (11) en matériau thermoplastique diélectrique.

7. Procédé de fabrication selon la revendication 6, d'une plaque bipolaire selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il consiste, simultanément à la troisième étape d'injection du cadre (11), à injecter les joints en silicone (4, 5) sur la surface de ce cadre (11).

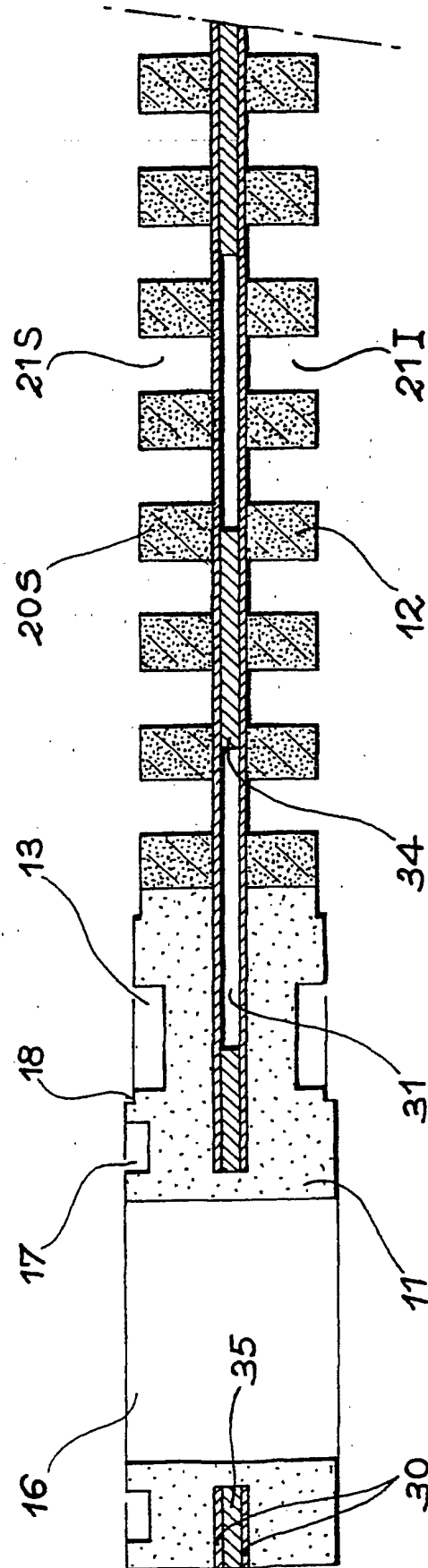
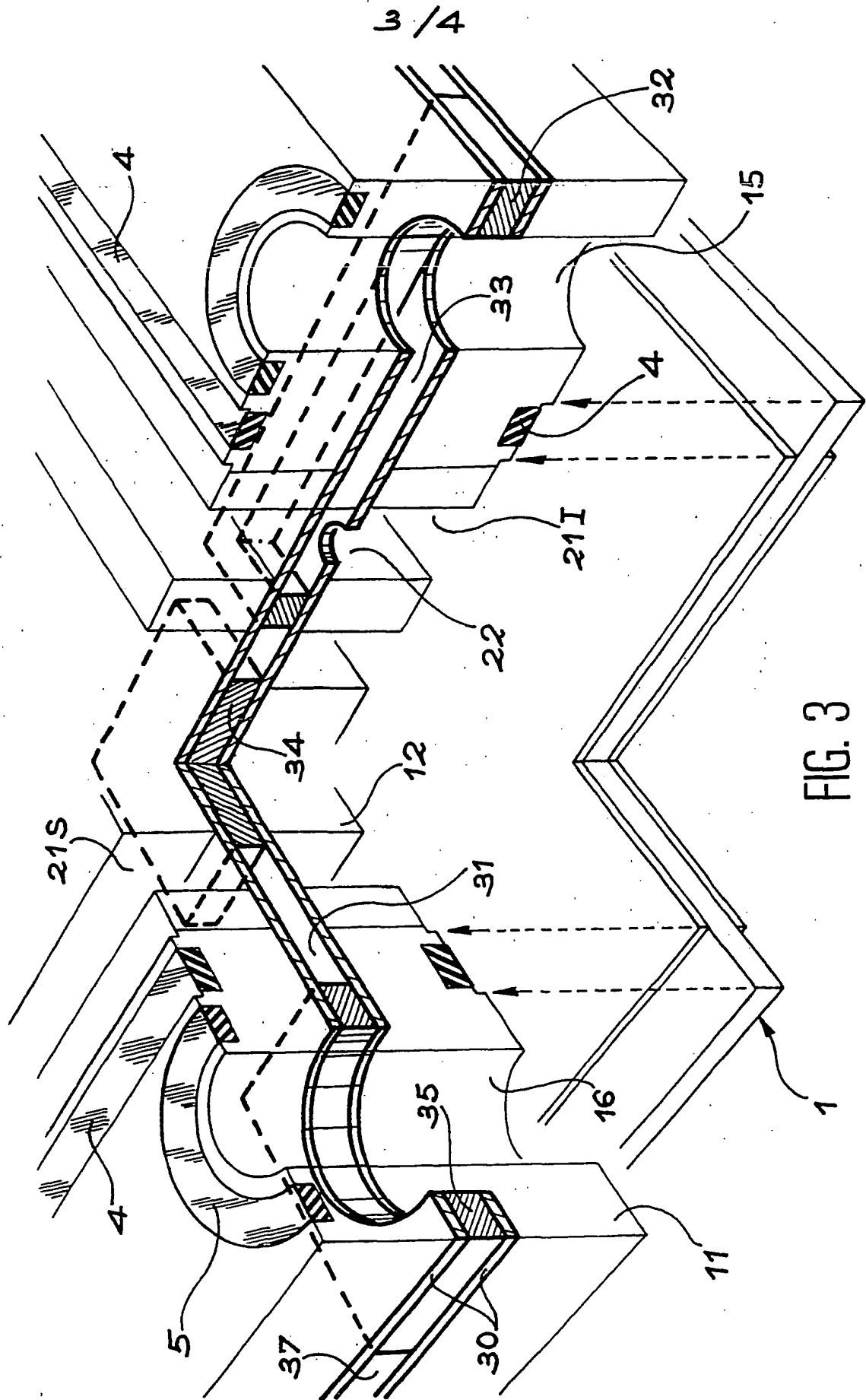


FIG. 2



4 / 4

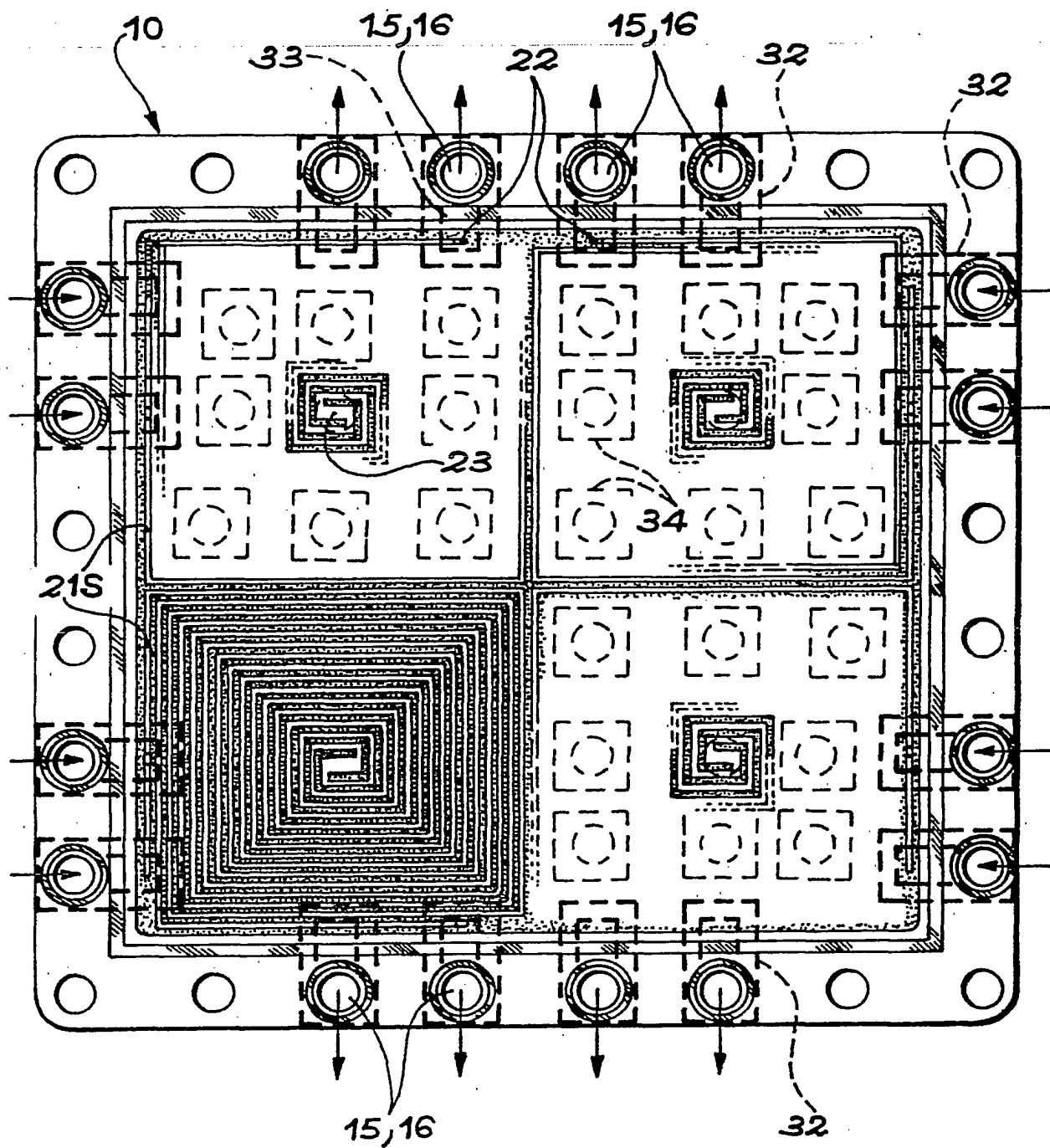


FIG. 4

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01M8/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X, L	FR 2 810 795 A (TECHNICATOME SOC TECH POUR L E) 28 December 2001 (2001-12-28) claims 1,4-9; figures 1-4 page 7, line 20 -page 8, line 26 page 9, line 16 -page 12, line 21 page 12, column 29, line 29 -page 13, line 14 *priority*	1,3-5
P, Y P, A		2 6,7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 01, 31 January 2000 (2000-01-31) -& JP 11 297337 A (TOKAI CARBON CO LTD), 29 October 1999 (1999-10-29) abstract	2
A		1

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 May 2002

Date of mailing of the international search report

27/05/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 50139 A (DU PONT) 31 December 1997 (1997-12-31) claims 1,5 page 4, line 18 - line 23 page 7, line 13 - line 32 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 01, 29 January 1999 (1999-01-29) -& JP 10 284094 A (ASAHI GLASS CO LTD), 23 October 1998 (1998-10-23) abstract ---	5
A	WO 00 44059 A (ENDOH EIJI ;KUNISA YASUHIRO (JP); YANAGISAWA EIJI (JP); ASAHI GLAS) 27 July 2000 (2000-07-27) abstract; figures 1,2 P,A -& EP 1 154 504 A (ASAHI GLASS COMPANY LTD) 14 November 2001 (2001-11-14) claims 1,3,4; figures 1,2 page 4, line 44 -page 5, line 13 page 6, paragraph 45 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 January 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 231927 A (MITSUBISHI PLASTICS IND LTD), 22 August 2000 (2000-08-22) abstract ---	7
A	WO 99 56333 A (DONG ZOUMIN ;BRITISH GAS PLC (GB)) 4 November 1999 (1999-11-04) claims 113,14,16,18; figures 1,3,5 page 8, paragraph 3 -page 9, paragraph 1 page 11, paragraph 2 page 22, paragraph 4 -page 23, paragraph 1 ---	1
A	DE 33 21 984 A (GEN ELECTRIC) 29 December 1983 (1983-12-29) page 20, paragraph 1 - paragraph 2; figures 1,5,6 ---	1,4
A	EP 1 020 941 A (NICHIAS CORP) 19 July 2000 (2000-07-19) ---	
A	EP 0 975 039 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26 January 2000 (2000-01-26) ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 December 1998 (1998-12-31) -& JP 10 241709 A (AISIN TAKAOKA LTD), 11 September 1998 (1998-09-11) abstract ---	
	--- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/00290

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 514 487 A (WASHINGTON KIRK B ET AL) 7 May 1996 (1996-05-07) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/00290

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2810795	A	28-12-2001	FR 2810795 A1	28-12-2001
JP 11297337	A	29-10-1999	NONE	
WO 9750139	A	31-12-1997	CA 2259196 A1 EP 0909465 A1 JP 10074527 A WO 9750139 A1	31-12-1997 21-04-1999 17-03-1998 31-12-1997
JP 10284094	A	23-10-1998	NONE	
WO 0044059	A	27-07-2000	EP 1154504 A1 WO 0044059 A1	14-11-2001 27-07-2000
JP 2000231927	A	22-08-2000	NONE	
WO 9956333	A	04-11-1999	AT 215266 T AU 3618199 A CA 2329729 A1 DE 69901103 D1 EP 1078408 A1 WO 9956333 A1 GB 2336712 A	15-04-2002 16-11-1999 04-11-1999 02-05-2002 28-02-2001 04-11-1999 27-10-1999
DE 3321984	A	29-12-1983	DE 3321984 A1 JP 1741329 C JP 4025673 B JP 59031568 A US 4649091 A US 4678724 A	29-12-1983 15-03-1993 01-05-1992 20-02-1984 10-03-1987 07-07-1987
EP 1020941	A	19-07-2000	JP 2000208154 A EP 1020941 A2	28-07-2000 19-07-2000
EP 0975039	A	26-01-2000	EP 0975039 A2 JP 2000100454 A	26-01-2000 07-04-2000
JP 10241709 7	A		NONE	
US 5514487	A	07-05-1996	AU 691387 B2 AU 4294796 A CA 2208644 A1 WO 9620510 A1 DE 69511585 D1 DE 69511585 T2 EP 0807323 A1 JP 3050408 B2 JP 10509841 T US 5750281 A	14-05-1998 19-07-1996 04-07-1996 04-07-1996 23-09-1999 13-01-2000 19-11-1997 12-06-2000 22-09-1998 12-05-1998

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01M8/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
P, X, L	FR 2 810 795 A (TECHNICATOME SOC TECH POUR L E) 28 décembre 2001 (2001-12-28) revendications 1,4-9; figures 1-4 page 7, ligne 20 -page 8, ligne 26 page 9, ligne 16 -page 12, ligne 21 page 12, colonne 29, ligne 29 -page 13, ligne 14 *priority*	1,3-5
P, Y P, A	----	2 6,7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 01, 31 janvier 2000 (2000-01-31) -& JP 11 297337 A (TOKAI CARBON CO LTD), 29 octobre 1999 (1999-10-29) abrégé	2
A	----	1
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 mai 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/05/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

D'hondt, J

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 97 50139 A (DU PONT) 31 décembre 1997 (1997-12-31) revendications 1,5 page 4, ligne 18 - ligne 23 page 7, ligne 13 - ligne 32 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 01, 29 janvier 1999 (1999-01-29) -& JP 10 284094 A (ASAHI GLASS CO LTD), 23 octobre 1998 (1998-10-23) abrégé ---	5
A	WO 00 44059 A (ENDO EIJI ; KUNISA YASUHIRO (JP); YANAGISAWA EIJI (JP); ASAHI GLAS) 27 juillet 2000 (2000-07-27) abrégé; figures 1,2 ---	1
P,A	-& EP 1 154 504 A (ASAHI GLASS COMPANY LTD) 14 novembre 2001 (2001-11-14) revendications 1,3,4; figures 1,2 page 4, ligne 44 - page 5, ligne 13 page 6, alinéa 45 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 janvier 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 231927 A (MITSUBISHI PLASTICS IND LTD), 22 août 2000 (2000-08-22) abrégé ---	7
A	WO 99 56333 A (DONG ZOUMIN ; BRITISH GAS PLC (GB)) 4 novembre 1999 (1999-11-04) revendications 113,14,16,18; figures 1,3,5 page 8, alinéa 3 - page 9, alinéa 1 page 11, alinéa 2 page 22, alinéa 4 - page 23, alinéa 1 ---	1
A	DE 33 21 984 A (GEN ELECTRIC) 29 décembre 1983 (1983-12-29) page 20, alinéa 1 - alinéa 2; figures 1,5,6 ---	1,4
A	EP 1 020 941 A (NICHIAS CORP) 19 juillet 2000 (2000-07-19) ---	
A	EP 0 975 039 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26 janvier 2000 (2000-01-26) ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 décembre 1998 (1998-12-31) -& JP 10 241709 A (AISIN TAKAOKA LTD), 11 septembre 1998 (1998-09-11) abrégé ---	
	--- -/--	

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 514 487 A (WASHINGTON KIRK B ET AL) 7 mai 1996 (1996-05-07) -----	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2810795	A	28-12-2001	FR 2810795 A1	28-12-2001
JP 11297337	A	29-10-1999	AUCUN	
WO 9750139	A	31-12-1997	CA 2259196 A1	31-12-1997
			EP 0909465 A1	21-04-1999
			JP 10074527 A	17-03-1998
			WO 9750139 A1	31-12-1997
JP 10284094	A	23-10-1998	AUCUN	
WO 0044059	A	27-07-2000	EP 1154504 A1	14-11-2001
			WO 0044059 A1	27-07-2000
JP 2000231927	A	22-08-2000	AUCUN	
WO 9956333	A	04-11-1999	AT 215266 T	15-04-2002
			AU 3618199 A	16-11-1999
			CA 2329729 A1	04-11-1999
			DE 69901103 D1	02-05-2002
			EP 1078408 A1	28-02-2001
			WO 9956333 A1	04-11-1999
			GB 2336712 A	27-10-1999
DE 3321984	A	29-12-1983	DE 3321984 A1	29-12-1983
			JP 1741329 C	15-03-1993
			JP 4025673 B	01-05-1992
			JP 59031568 A	20-02-1984
			US 4649091 A	10-03-1987
			US 4678724 A	07-07-1987
EP 1020941	A	19-07-2000	JP 2000208154 A	28-07-2000
			EP 1020941 A2	19-07-2000
EP 0975039	A	26-01-2000	EP 0975039 A2	26-01-2000
			JP 2000100454 A	07-04-2000
JP 10241709 7	A		AUCUN	
US 5514487	A	07-05-1996	AU 691387 B2	14-05-1998
			AU 4294796 A	19-07-1996
			CA 2208644 A1	04-07-1996
			WO 9620510 A1	04-07-1996
			DE 69511585 D1	23-09-1999
			DE 69511585 T2	13-01-2000
			EP 0807323 A1	19-11-1997
			JP 3050408 B2	12-06-2000
			JP 10509841 T	22-09-1998
			US 5750281 A	12-05-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)